







FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI



«BIOCHAR»

utilizzo e nuove prospettive del Biochar

29 - 30 Giugno 2020

Seminario on-line / Formazione a Distanza



Caratteristiche del Biochar

Silvia Baronti

Istituto per la Bioeconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBE-CNR)
Associazione Italiana Biochar (Ichar)



PSR 2014-2020 Regione del Veneto – TI 2.3.1 – Formazione dei consulenti



VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

INDICE

1. Panoramica generale (definizione e storia del Biochar)
2. Caratteristiche fisiche e chimiche del biochar
3. Potenzialità
4. Conclusioni







DEFINIZIONE di BIOCHAR

biochar = bio + char

(*biological* + *char* da charcoal inglese carbonella)

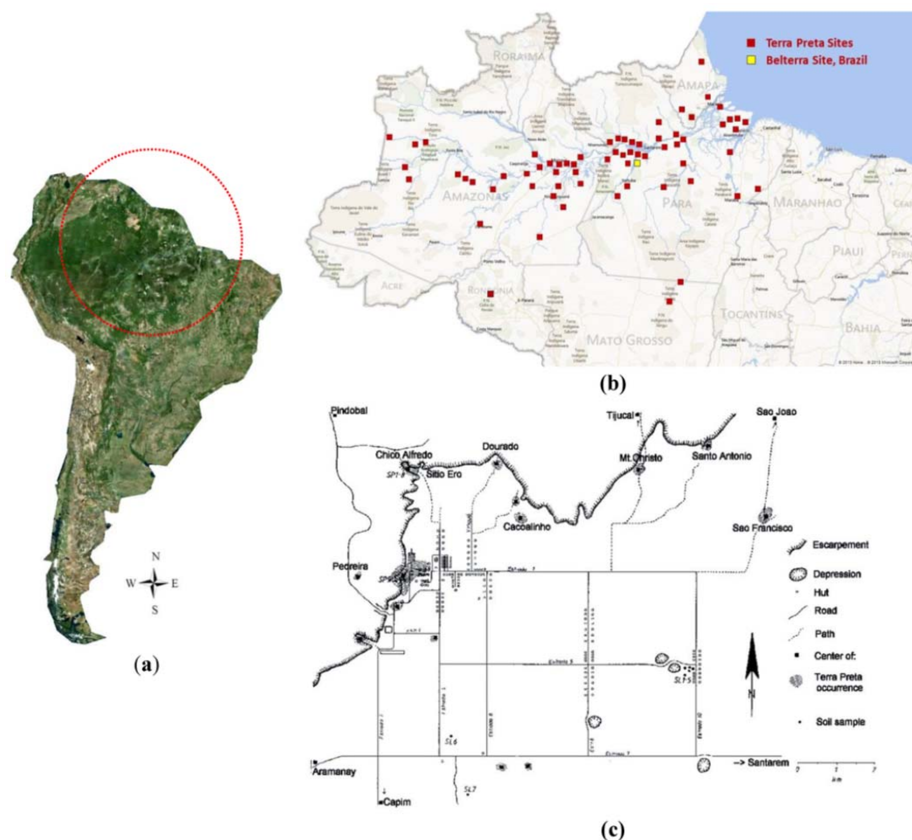
è un <u>neologismo</u> che indica un materiale carbonioso ottenuto dalla pirolisi della biomassa

Il termine **Bio** sottolinea l'origine biologica, distinguendo da plastica carbonizzati o altri materiali di origine non biologica

L'assenza di una Direttiva Europea univoca che disciplini esattamente cosa si definisce per biomassa e per pirolisi <u>contribuisce a definire come biochar molte matrici diverse tra loro con conseguenti ripercussioni sull'applicabilità agronomica e non</u>.

Una storia che parte da lontano

Le terre nere degli Indios *Terra Preta do Indios* (450 a.C. – 950 d.C.)
Amazzonia brasiliana



(a) (b) (c)

Questi suoli sono caratterizzati da un alto contenuto in materiale carbonioso (black carbon – oltre 70 volte più dei suoli circostanti e fino ad una profondità di 40-80 cm), hanno un colore nero e sono particolarmente fertili
(Glaser et al., 2001).



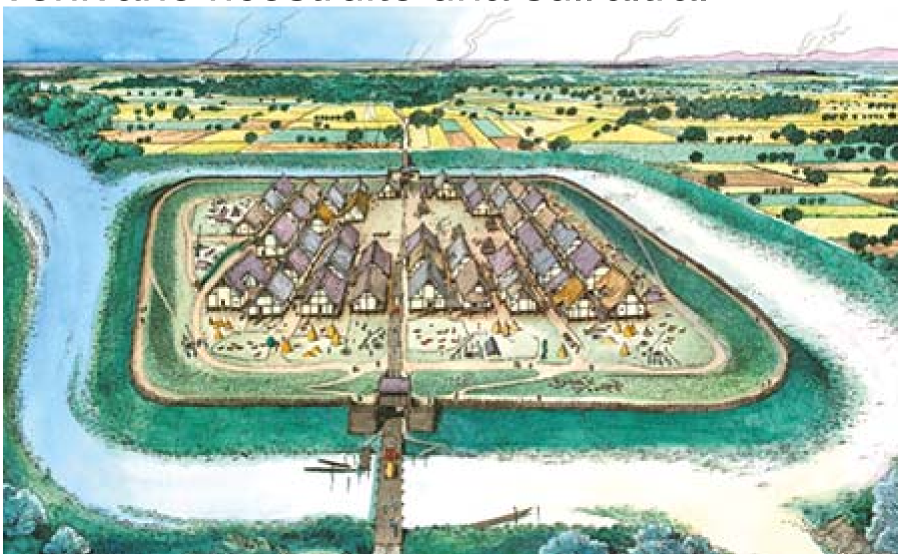


La Terra Preta è sicuramente frutto di una azione dell'uomo (volontaria) volta ad aumentare la fertilità dei suoli

L'ingrediente base è carbone vegetale

La Terra preta in Italia: TERRAMARE

La voce Terramare deriva da **terra marna** (dal dialetto emiliano = terra grassa) con riferimento alla terra, generalmente di colore scuro, tipica dei depositi archeologici, formatisi, attraverso i secoli, con il succedersi delle abitazioni che venivano ricostruite una sull'altra.



La terramare di Montale

Nel corso dell'Ottocento queste collinette furono per la massima parte distrutte dall' attività di cava volta al recupero del terriccio, che veniva venduto come concime



IBI- International Biochar Initiative nel 2005 definisce il Biochar:

Biochar (Agrichar) is the product of pyrolysis – of burning plant material under controlled, low-oxygen conditions (in a kiln, for example) to produce charcoal.



BIOCHAR (Carbone vegetale Biologico):

Carbone vegetale prodotto specificatamente per l'utilizzo agronomico e ambientale attraverso l'applicazione al suolo in maniera deliberata e intenzionale con l'intento di migliorare le proprietà del suolo
(*Lehmann et al.,* 2006)

Il Biochar in Italia è UN AMMENTANTE

ICHAR- Associazione Italiana Biochar e il Mipaaf definiscono così il Biochar

Il Biochar è carbone vegetale finalizzato all'utilizzo quale ammendante, prodotto a seguito di processi di pirolisi e gassificazione a carico di prodotti e residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla selvicoltura, oltre che di sanse di oliva, vinacce, cruscami, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno, in quanto sottoprodotti di attività connesse.



Benefici nell'Utilizzo del Biochar

Aumenta la produttività delle colture agricole.

Contribuisce a compensare le emissioni climalteranti in agricoltura.

Diminuisce l'inquinamento da nitrati e fosfati.

Consente la messa a coltura di terre marginali.

Riduce la quantità dei concimi organici.

Accumula Carbonio nel suolo.

Riduce l'assorbimento delle piante di contaminanti nel suolo.

Riduce l'acidità del suolo (incremento pH).

Aumenta la capacità di scambio cationico del suolo.

Aumenta l'acqua disponibile per le piante nel suolo.

Incrementa la biomassa microbica del suolo.

Contribuisce alla fissazione dell'azoto simbiontico.

Diminuisce l'emissione di CH_4 e N_2O

Aumenta la resilienza dell'agricoltura ai cambiamenti ambientali.

I BIOCHAR SONO TUTTI DIVERSI!!!!!



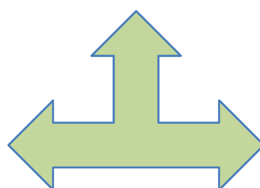
Le caratteristiche del biochar sono alla base del suo uso come ammendante nel suolo e possono essere direttamente o indirettamente correlate alle modifiche che il biochar induce nei suoli.





La caratterizzazione generica del biochar è impossibile, i dati bibliografici evidenziano una elevata variabilità delle proprietà chimiche e fisiche che sono influenzate da:

PROCESSO DI PRODUZIONE,
sistema tecnologico utilizzato
(processo, tecnica, temperatura, velocità della reazione)



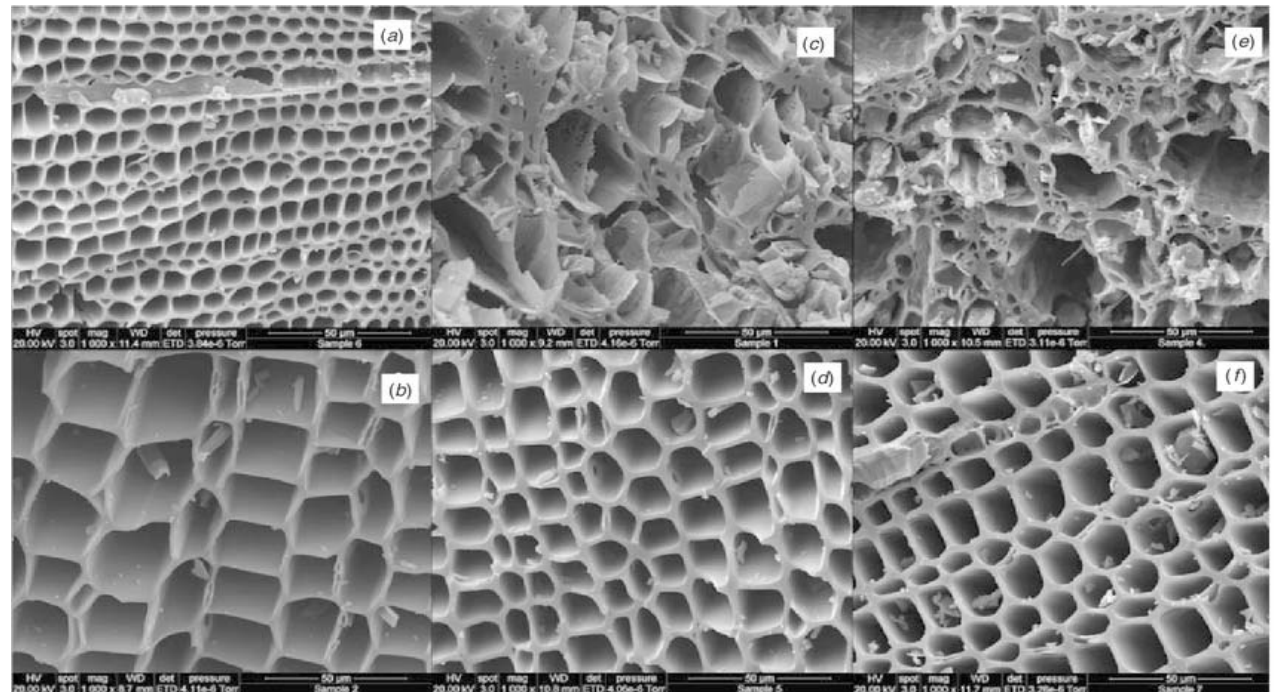
BIOMASSA DI PARTENZA

PROPRIETA' DEL BIOCHAR

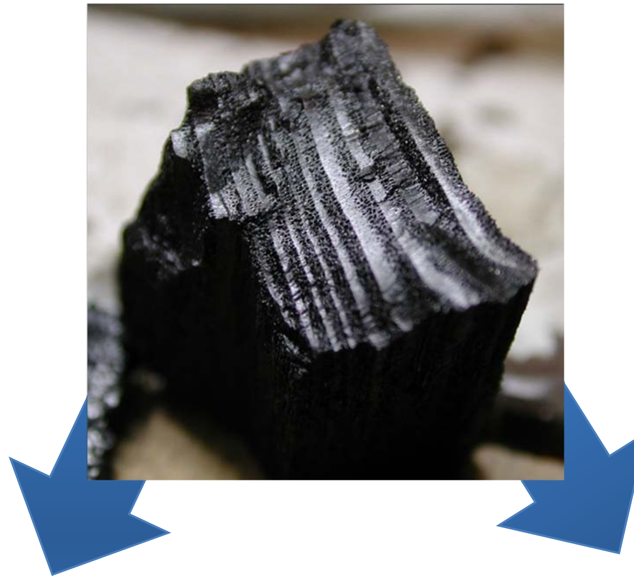
Ma da dove nascono «magiche proprietà» del Biochar?

Molti di questi effetti sono dovuti alle sue caratteristiche:

- **FISICHE**
- **CHIMICHE**



Caratteristiche del BIOCHAR



Caratteristiche fisiche

- *Superfice specifica*
- *Porosità*
- *Densità*

Caratteristiche chimiche

- *CSC*
- *pH*
- *Contenuto in Carbonio*
- *Contenuto in macro e micro elementi*

Caratteristiche fisiche

- ***IL BIOCHAR HA:***



- ***ALTA** Superfice specifica (***ELEVATA SUPERIFICE DI REAZIONE)**



- ***ALTA Porosità***

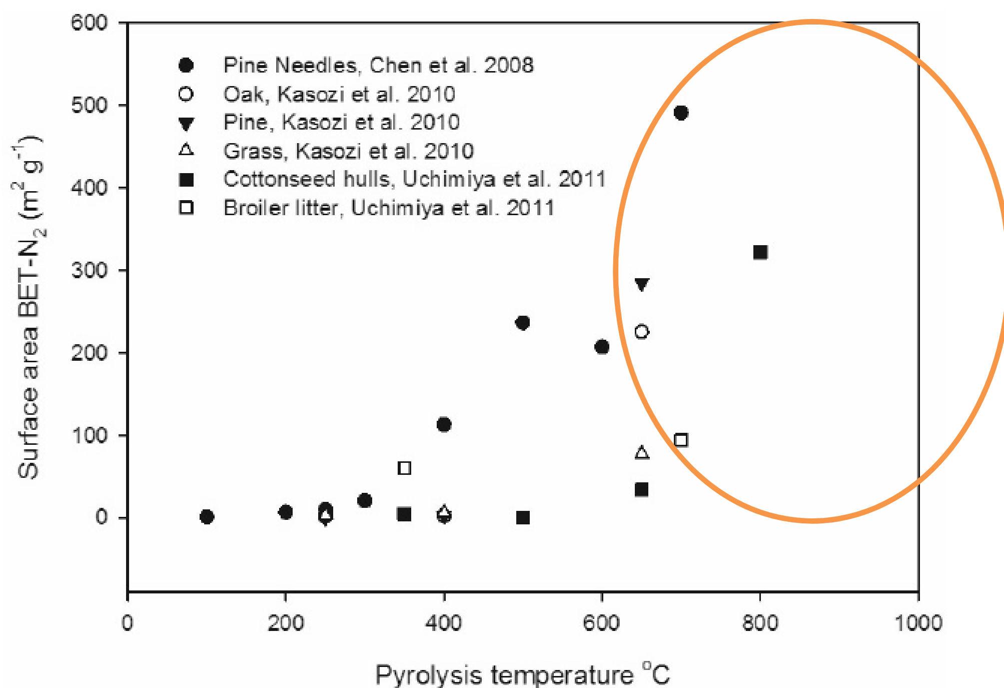


- ***BASSA Densità***

ELEVATA SUPERIFICE DI REAZIONE

paragonabile a quella dell'argilla (5 m^2/g della caolinite a 750 m^2/g della Na-Montomorillonite)

Possibili effetti sul suolo: nei suoli sabbiosi influisce positivamente sull'assorbimento dell'acqua



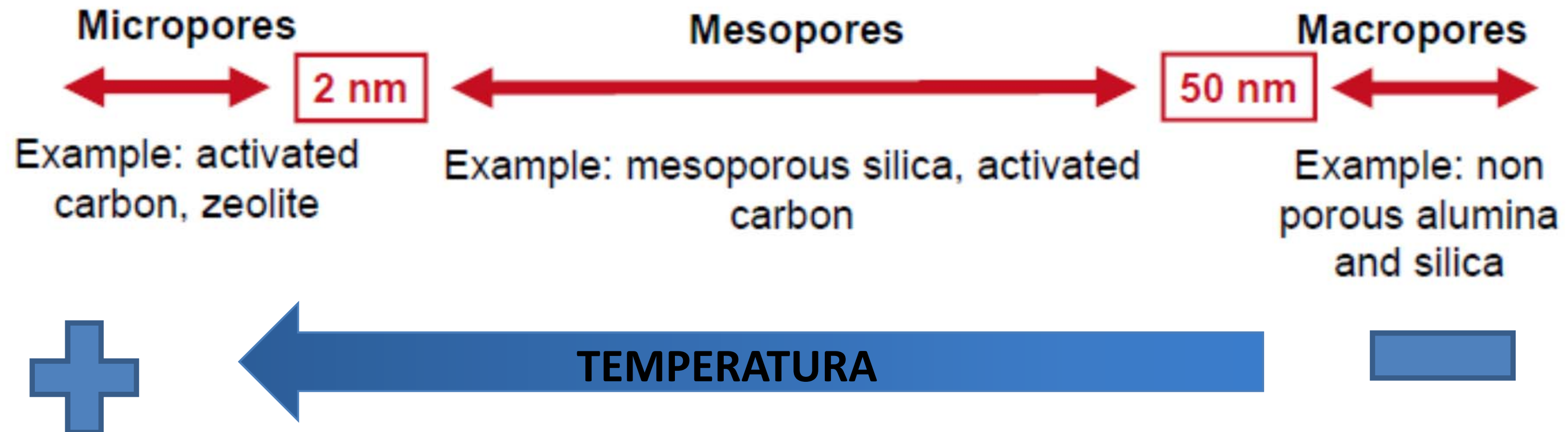
Kloss et al., 2012. Characterization of Slow Pyrolysis Biochars: Effects of Feedstocks and Pyrolysis Temperature on Biochar Properties

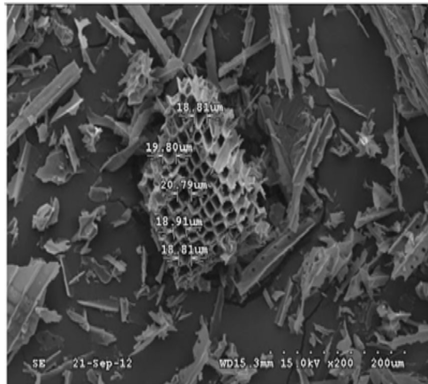
TEMPERATURA ↑ **AREA SUPERFICIALE** ↑

A 450 °C è stata trovata una superficie specifica di 10 m^2/g mentre ad una temperatura tra 600°C e 750°C è stato registrato un valore di 400 m^2/g .

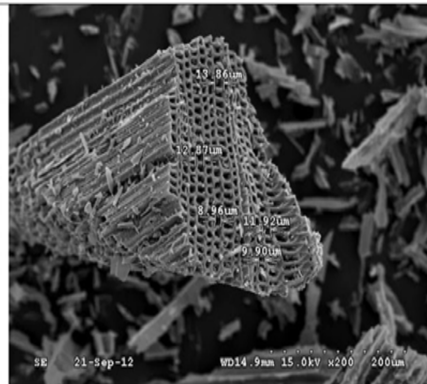
Brown et al., 2006

POROSITA'

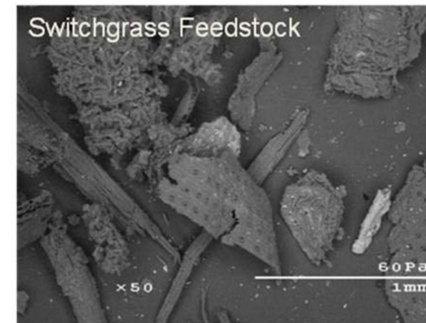


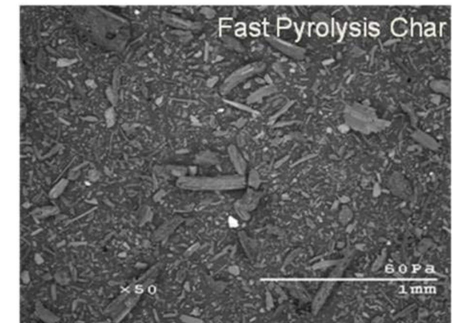


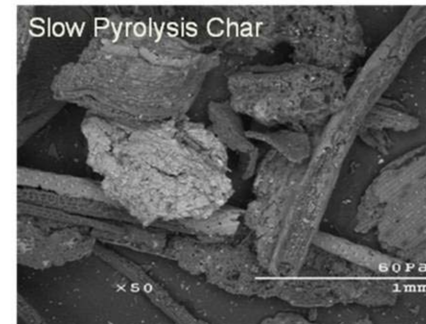
Biochar production (250 ^{0}C)

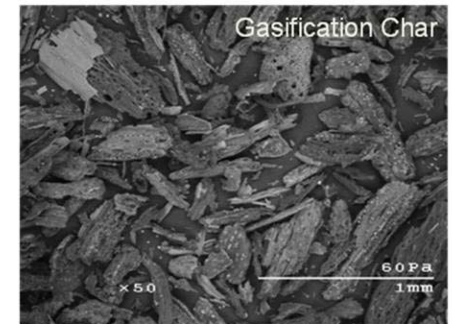


Biochar production (316 ^{0}C)









MICRO e MESO POROSITA' *influenzano la disponibilità di acqua all'interno del suolo*

Biol Fertil Soils (2002) 35:219–230
DOI 10.1007/s00374-002-0466-4

REVIEW ARTICLE

Bruno Glaser · Johannes Lehmann · Wolfgang Zech

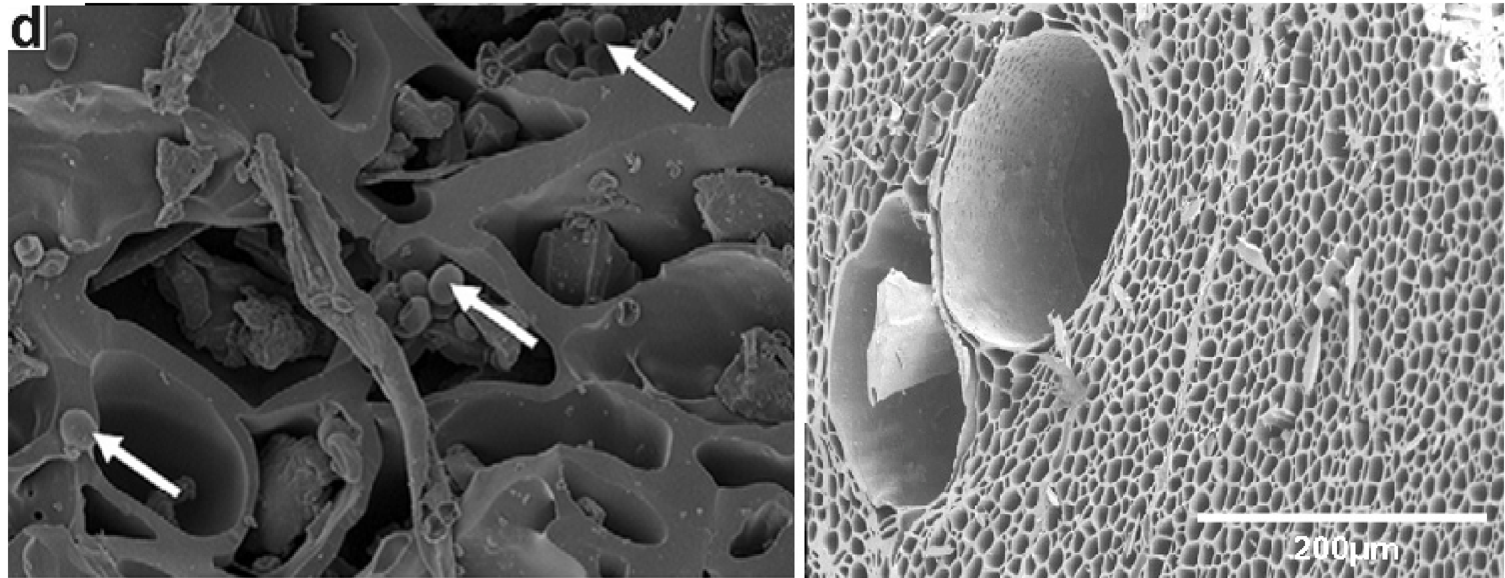
Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review

Table 3 Effect of charcoal on percentage of available moisture in soils on a volume basis (Tryon 1948)

Soil	0% Charcoal	15% Charcoal	30% Charcoal	45% Charcoal
Sand	6.7	7.1	7.5	7.9
Loam	10.6	10.6	10.6	10.6
Clay	17.8	16.6	15.4	14.2

L'utilizzo del biochar sul suolo modifica la la sua porosità: influenza i rapporti suolo-acqua-aria. **Maggiori benefici in terreni sciolti con tessitura grossolana, nei suoli argillosi può anche avere effetti negativi sulla disponibilità di acqua.**

Macroporosità: ***Il biochar può offrire rifugio per i microrganismi del suolo***



I macropori sono molto importanti per la vita di un suolo, in quanto svolgono funzioni di aerazione e funzioni idrologiche (*Throe e Thompson, 2005*).

Svolgono un ruolo rilevante nel movimento della radici delle piantagioni nel suolo e sono l'habitat di uno svariato numero di microrganismi del suolo.

le cellule microbiche si aggirano intorno a dimensioni che vanno dagli 0.5µm ai 5µm per di batteri, funghi, attinomiceti e licheni, mentre le alghe vanno dai 2 µm ai 20µm (Lal 2006).

Caratteristiche chimiche

- ***IL BIOCHAR HA:***



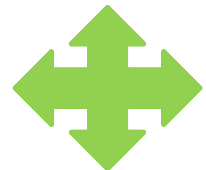
- ***ALTA Capacità di Scambio Cationico (CSC)***



- ***ALTO pH***

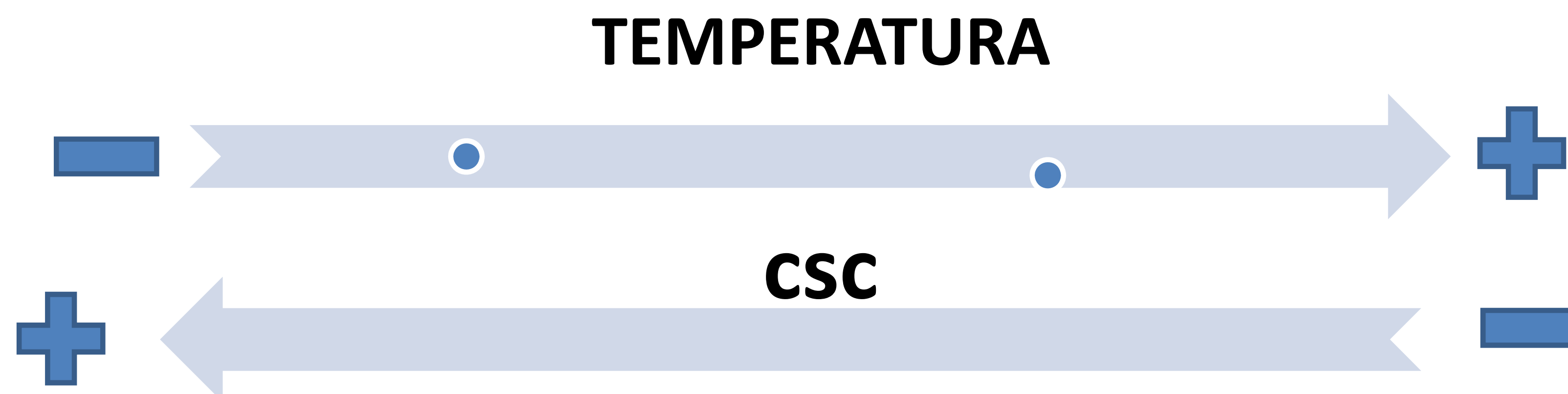


- ***ALTO Contenuto in Carbonio***



- ***ALTO/MEDIO/BASSO Contenuto in macro/micro elementi***

AUMENTO DELLA CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO



La CSC del biochar diminuisce al crescere della temperatura di processo e alla velocità del processo; il raffreddamento del biochar con apporto di ossigeno, come pure l'invecchiamento del biochar, creano gruppi carbossilici funzionali che incrementano la CSC; al contrario, la capacità di scambio anionico diminuisce con l'invecchiamento.

La CSC del suolo dipende sia dalla frazione minerale (colloidi argillosi) che da quella organica. In relazione alla massa, la componente organica ha una CSC in media 50 volte maggiore di quella minerale, ma la sua presenza nel suolo è (sempre in termini di massa) spesso limitata.

L'apporto di 22 t/ha di biochar di pellet di guscio di arachidi (426 °C) su suolo sabbioso ha incrementato del 15% il valore di CSC; l'incremento è stato del 5% con biochar di pellet di pino (Gaskin et al., 2007).

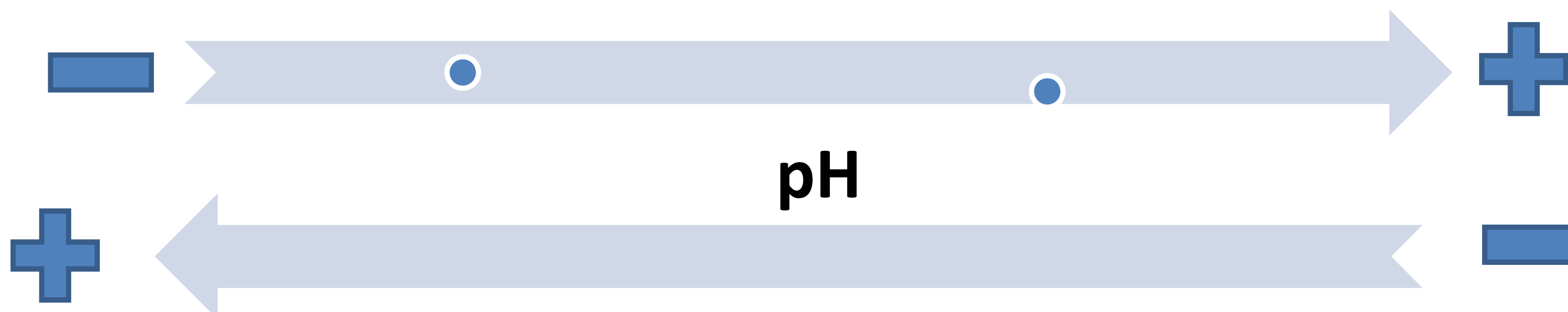
Table 7.6 *Average biochar pH, calcium carbonate equivalent (CCE), surface area and cation exchange capacity (CEC) based on pyrolysis temperature, pyrolysis type and pyrolysis temperature by type*

Source[‡]	pH	CCE (%)	Surface Area ($m^2\ g^{-1}$)	CEC ($mmol_c\ kg^{-1}$)
Pyrolysis temperature[†]				
<300°C	5.01	7.95	1.686	327
300–399°C	7.60	13.7	65.36	371
400–499°C	8.10	17.2	83.98	191
500–599°C				283
600–699°C				126
700–799°C				39.0
>800°C				44.0
Pyrolysis type[†]				
Fast	8.38	---	69.38	28.8
Slow	8.50	14.9	124.4	250
Pyrolysis temp. × type[†]				
Fast, 300–499°C				
Fast, 500–699°C				
Fast, 700–900°C	10.1	---	178.2	ND
Slow, <300°C	5.01	7.95	1.686	327
Slow, 300–499°C	7.81	14.9	81.32	268
Slow, 500–699°C	9.09	15.6	180.5	218
Slow, 700–900°C	10.1	21.0	189.8	41.5

[†] Data obtained from cited 2012 published data (~80 articles; see note at end of chapter before the references) [‡] --- = Below detection or not determined

Analogamente al suolo, il biochar puó attrarre e trattenere cationi

Aumentando la temperatura di pirolisi la CEC tende a diminuire



Il pH del suolo influenza i processi biochimici nel suolo:

- disponibilità nutrienti
- effetti fitotossici di alcuni nutrienti (es. AL a pH acidi)
- riduzione lisciviazione elementi (es. metalli pesanti)
- attività microbica del suolo

L'apporto di biochar incrementa il pH del suolo, influenzando indirettamente altre proprietà chimiche: **l'incremento della disponibilità di fosforo sembra un fattore determinante sulla resa delle coltivazioni.**

L'incremento del pH nel suolo con l'apporto di biochar non dipende tanto dal valore di pH del biochar, bensì dalla sua capacità di alcalinizzare (attività $CaCO_3$ equivalente): questa proprietà alcalinizzante aumenta al crescere della temperatura del processo produttivo.

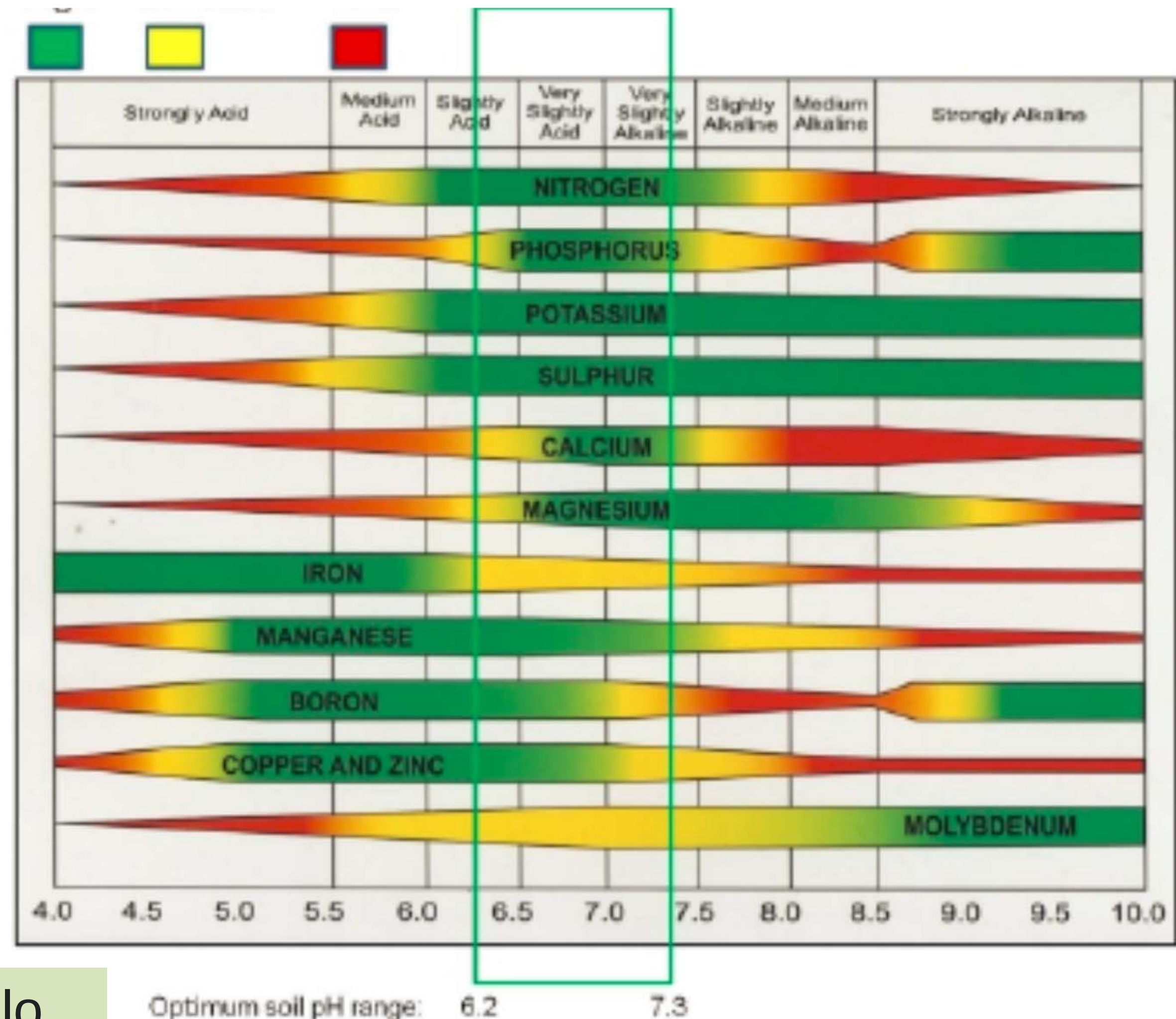
Table 7.6 *Average biochar pH, calcium carbonate equivalent (CCE), surface area and cation exchange capacity (CEC) based on pyrolysis temperature, pyrolysis type and pyrolysis temperature by type*

Source†	pH	CCE (%)	Surface Area ($m^2 g^{-1}$)	CEC ($mmol_c kg^{-1}$)
Pyrolysis temperature†				
<300°C	5.01	7.95	1.686	327
300–399°C	7.60	13.7	65.36	371
400–499°C	8.10	17.2	83.98	191
500–599°C	8.71	15.6	111.8	283
600–699°C	9.00	---‡	217.0	126
700–799°C	9.83	21.0	176.2	39.0
>800°C	10.8	---	213.8	44.0
Pyrolysis type†				
Fast	8.38	---	69.38	28.8
Slow				
Pyrolysis temp. × type†				
Fast, 300–499°C				
Fast, 500–699°C				
Fast, 700–900°C				
Slow, <300°C	5.01	7.95	1.686	327
Slow, 300–499°C	7.81	14.9	81.32	268
Slow, 500–699°C	9.09	15.6	180.5	218
Slow, 700–900°C	10.1	21.0	189.8	41.5

† Data obtained from cited 2012 published data (~80 articles; see note at end of chapter before the references) ‡ --- = Below detection or not determined

Aumentando la temperatura di pirolisi il pH del biochar tende ad aumentare (maggior contenuto di ceneri) e cosí l´effetto liming.

L´aumento del pH del suolo può migliorare la disponibilità di nutrienti in suoli acidi (effetto «liming»).



Neutralizza l'acidità del suolo

Contenuto Macro/Micro Elementi

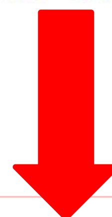
Feedstock	Ash content (wt %)	Al	Ca	Fe	Mg (mg kg^{-1})	Na	K	P	Si
Bagasse	2.9	–[a]	1500	130	6300	90	2700	280	17,000
Coconut coir	0.8	150	480	190	530	1800	2400	50	3000
Coconut shell	0.7	70	1500	120	390	1200	2000	90	260
Coir pith	7.1	1700	3100	840	8100	11,000	26000	1200	13,000
Maize cob	2.8	–	180	20	1700	140	9400	450	9900
Maize stalks	6.8	1900	4700	520	5900	6500	30	2100	13,000
Cotton gin waste	5.4	–	3700	750	4900	1300	7100	740	13,000
Groundnut shell	5.9	3600	13,000	1100	3500	470	18,000	280	11,000
Millet husk	18.1	–	6300	1000	11,000	1400	3900	1300	150,000
Rice husk	23.5	–	1800	530	1600	130	9100	340	220,000
Rice straw	19.8	–	4800	200	6300	5100	5400	750	170,000
Subabul wood	0.9	–	6000	610	1200	90	610	100	200
Wheat straw	11.2	2500	7700	130	4300	7900	29,000	210	44,000
Olive kernel	2.6	18,000	97,000	24,000	20,000	7900	–	–	–
Almond shell	3.4	5000	80,000	6100	14,000	5500	–	–	–
Forest residue	1.2	4900	130,000	10,000	19,000	4200	–	–	–
Saw dust	0.44	9800	170,000	29,000	27,000	10,000	–	–	–
Waste wood	8.8	4900	130,000	10,000	19,000	4200	–	–	–
Willow wood	1.1	20	3900	30	360	150	1400	340	–
Demolition wood	1.9	480	3600	350	420	670	750	60	–
Straw	17.7	5800	8600	3400	3700	3200	22000	600	–
Meat and bonemeal	10.4	7600	260,000	4900	13,000	5800	23,000	100,000	–
Oak wood biochar	0.27	1000	350,000	3400	16,000	6400	98,000	5400	4200

Durante la formazione del biochar, a temperature più basse di pirolisi si riescono ad ottenere carboni vegetali con caratteristiche più simili possibili al materiale di partenza, con l'aumentare delle temperature i quantitativi di elementi chimici presenti diminuisce

(*Spokas et al., 2012*).

Ma ci sono nutrienti bio-disponibili nel Biochar?

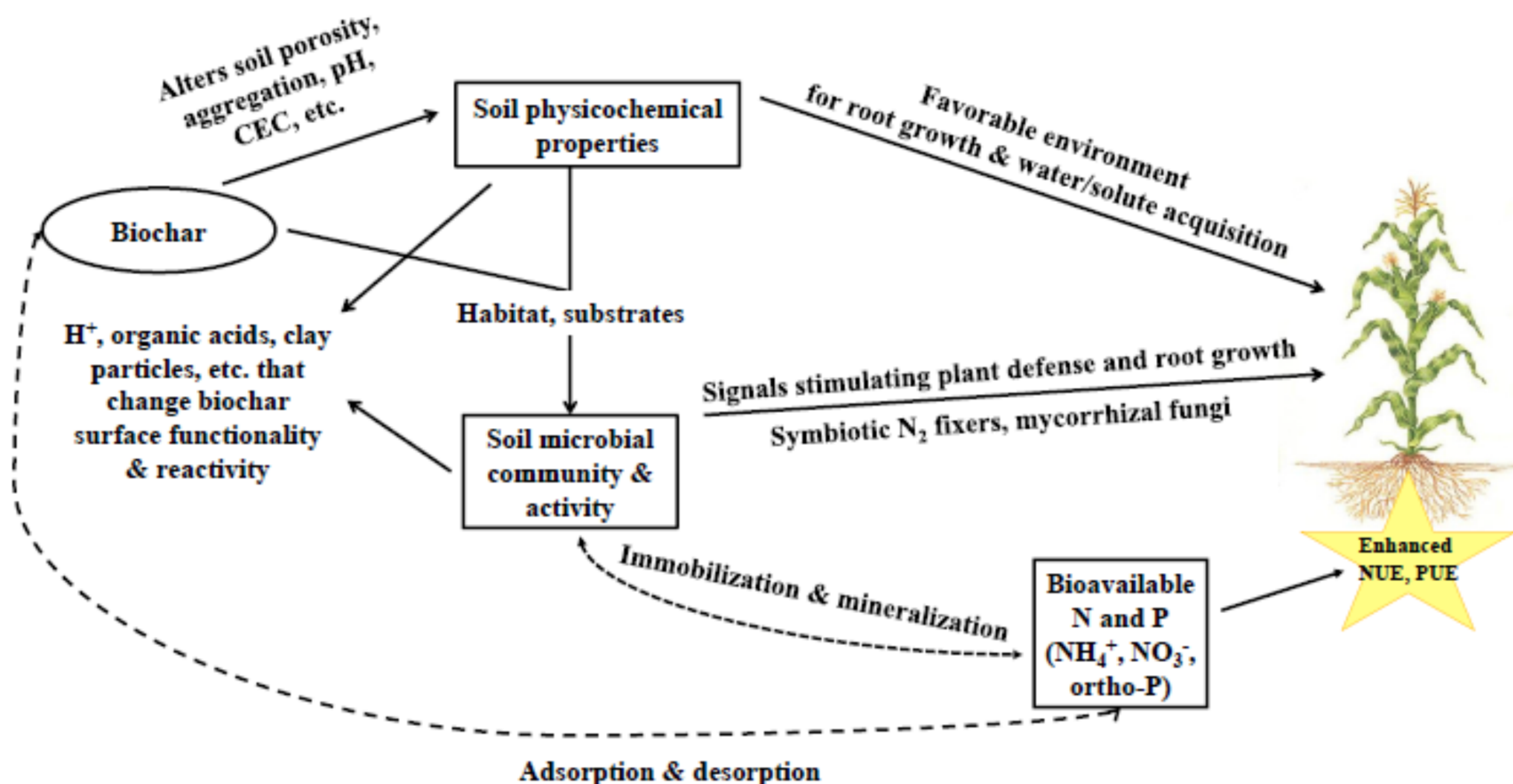
- Molti degli elementi presenti nel biochar non sono prontamente disponibili.
- Considerando la stabilità del biochar, questi nutrienti potrebbero essere disponibili solo dopo la decomposizione del biochar (tempi molto lunghi).



Tuttavia, biochar prodotti da materiali ricchi di nutrienti come letame e residui colturali generalmente hanno un alto contenuto di nutrienti disponibili rispetto a biochar prodotti da materiali ligno-cellulosici.

Table 7.3 *Average biochar available nutrient concentrations† based on various feedstock sources (dry weight basis)*

Source‡	NO_3 (mg kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Ca (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})
Corn	0.85	806	11600	1280	1340
Wheat/barley	1.05	596	14000	379	112
Rice straw/husk	---¶	---	---	840	552



- Aumentare indirettamente la disponibilità di nutrienti mediante
  - effetto sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo, migliorando la capacità della pianta di assumere acqua e nutrienti
  - effetto sulla comunità microbica e quindi la decomposizione di sostanza organica e la biodisponibilità di nutrienti
  - ridurre le perdite attraverso una riduzione della nitrificazione e denitrificazione e un incremento della capacità di trattenere anche ioni negativi

EFFETTI INDIRETTI

Effetto sul ciclo dell´N



Aumento della **fissazione biologica** di N riportato da diversi studi, in particolare con biochar da pirolisi lenta



Mineralizzazione N organico: aumento vs. riduzione (immobilizzazione)



Riduzione **volatilizzazione** NH_3 (assorbimento)



Nitrificazione: aumento in suoli fertilizzati con N o con alto contenuti di SOM, riduzione in assenza di fertilizzazione e in suoli con basso contenuto di SOM

Contenuto in Carbonio

Char	C (wt %)	N (wt %)	H (wt %)	O (wt %)	PO_4-P (wt %)	K (wt %)	S (ppm)	Fe (ppm)	pH_w (1:2)	CEC[a] cmol/kg	Acidity (meq/g)	Basicity (meq/g)
BC_A	15.6	0.78	0.83	4.4	6.61	7.05	10720	9191	10.9	24.4	0.08	4.92
BC_B[b]	55.3	0.47	0.89	1.6	0.64	9.32	940	1981	9.7	33.4	-	11.71
BC_C	53.3	1.96	3.7	24.3	0.47	1.2	5920	1109	6.8	44.5	1.22	1
BC_D	68.2	0.51	3.66	26.8	0.13	0.26	370	1934	7.5	26.2	1.24	1.02
BC_E	58.1	0.41	4.16	31.7	0.08	0.19	685	3370	6.8	67	1.56	1.22
BC_F	83.9	0.36	1.88	19.8	0.02	0.13	110	505	7.3	12	0.27	0.93
BC_G	65.7	0.21	4.38	23.5	0.02	0.12	50	248	7.1	10	0.83	0.4
BC_H	71.2	0.91	2.88	11.6	0.08	0.72	480	3517	7.9	3.2	0.79	1.01
BC_I	87.3	0.59	2.15	7.4	0.07	0.85	140	203	9.2	9.1	0.41	0.84
BC_J	88	0.44	2.55	14.8	0.02	0.33	60	79	9.5	14.9	0.49	0.87
BC_K	85.4	0.55	2.37	8.9	0.07	0.48	140	606	8.8	3.6	0.6	0.94
BC_L	82.5	0.49	1.64	5.6	0.06	1.02	160	473	9.5	16.5	0.36	1.21

[a]CEC = Cation exchange capacity
[b] Not commercially available

Wood
Non-wood

Tratto da : Mukome et al., 2012

Il **Contenuto in carbonio** può variare da meno del 20% fino all’80-90%

OPEN ACCESS Freely available online PLOS | ONE

Carbon Sequestration and Fertility after Centennial Time Scale Incorporation of Charcoal into Soil

Irene Criscuoli[1,7]*, Giorgio Alberti[2,3], Silvia Baronti[4], Filippo Favilli[5], Cristina Martinez[1,4], Costanza Calzolari[6], Emanuela Pusceddu[4], Cornelia Rumpel[7], Roberto Viola[8], Franco Miglietta[1,4]

1 FoxLab, Forest & Wood Science, Fondazione E.Mach, San Michele all'Adige (Trento), Italy, 2 MountFor Project Centre, European Forest Institute, San Michele all'Adige (Trento), Italy, 3 Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Udine, Udine, Italy, 4 Institute of Biometeorology, National Research Council, Firenze, Italy, 5 European Academy of Bolzano, Bolzano, Italy, 6 Institute of Research for Hydrogeological Protection, National Research Council, Sesto Fiorentino (FI), Italy, 7 Biogéochimie et écologie des milieux continentaux, CNRS-INRA-ENS-Paris 6, Thiverval-Grignon, France, 8 Centre for Research and Innovation, Fondazione E.Mach, San Michele all'Adige (Trento), Italy

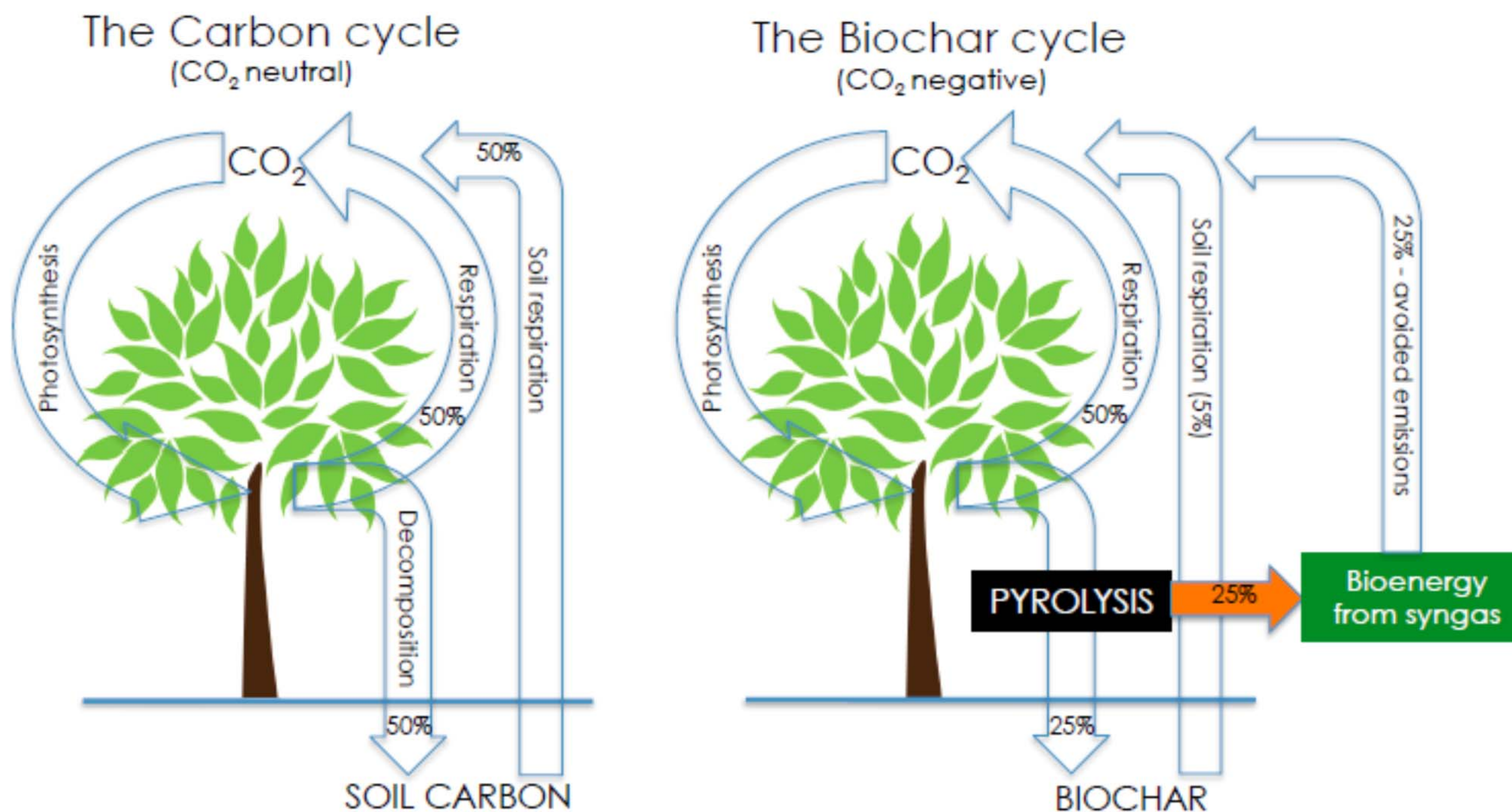
Abstract

The addition of pyrogenic carbon (C) in the soil is considered a potential strategy to achieve direct C sequestration and potential reduction of non-CO_2 greenhouse gas emissions. In this paper, we investigated the long term effects of charcoal addition on C sequestration and soil physico-chemical properties by studying a series of abandoned charcoal hearths in the Eastern Alps of Italy established in the XIX century. This natural setting can be seen as an analogue of a deliberate experiment with replications. Carbon sequestration was assessed indirectly by comparing the amount of pyrogenic C present in the hearths (23.3±4.7 kg C m^{-2}) with the estimated amount of charcoal that was left on the soil after the carbonization (29.3±5.1 kg C m^{-2}). After taking into account uncertainty associated with parameters' estimation, we were able to conclude that 80±21% of the C originally added to the soil via charcoal can still be found there and that charcoal has an overall Mean Residence Time of 650±139 years, thus supporting the view that charcoal incorporation is an effective way to sequester atmospheric CO_2. We also observed an overall change in the physical properties (hydrophobicity and bulk density) of charcoal hearth soils and an accumulation of nutrients compared to the adjacent soil without charcoal. We caution, however, that our site-specific results should not be generalized without further study.

23.3 kg C/m2 of pyrogenic C sono ancora presentii dopo 160 anni circa nel suolo dopo l'aggiunta di of 29 kg C/m2

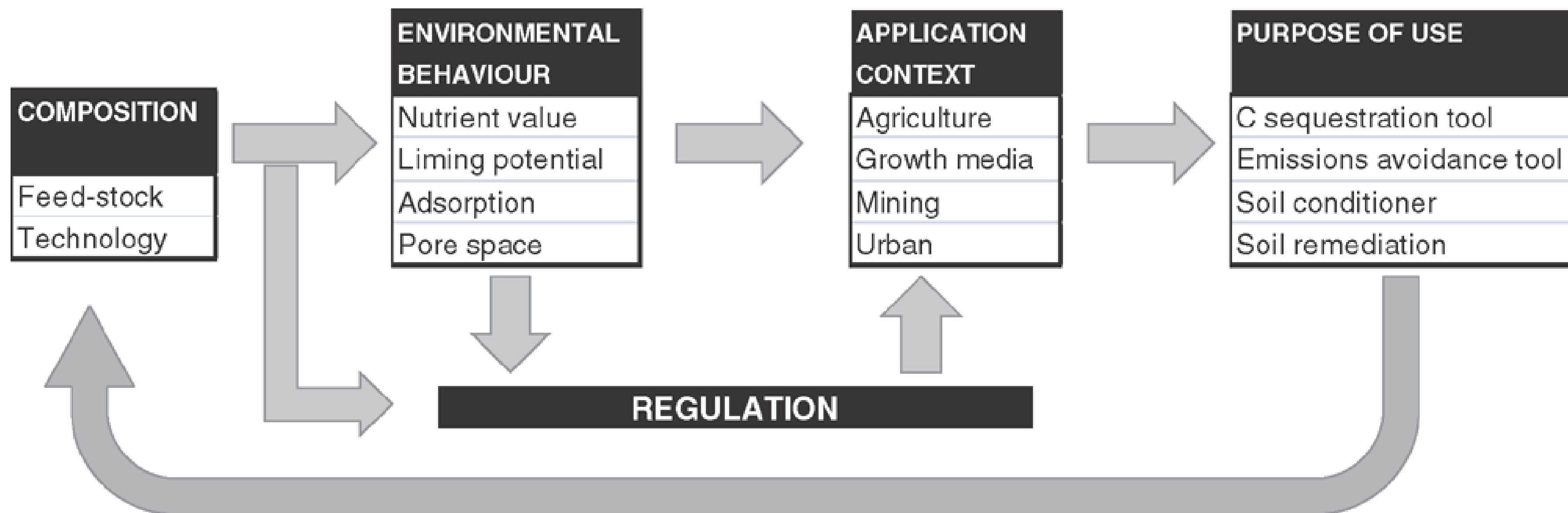
Carbon sequestration è stata stimata di circa 80% del quantitative di C originario

BIOCHAR: *Sequestro di Carbonio nel suolo*



Progettare il biochar ideale??!!

Esiste un biochar che massimizza tutti i benefici ?



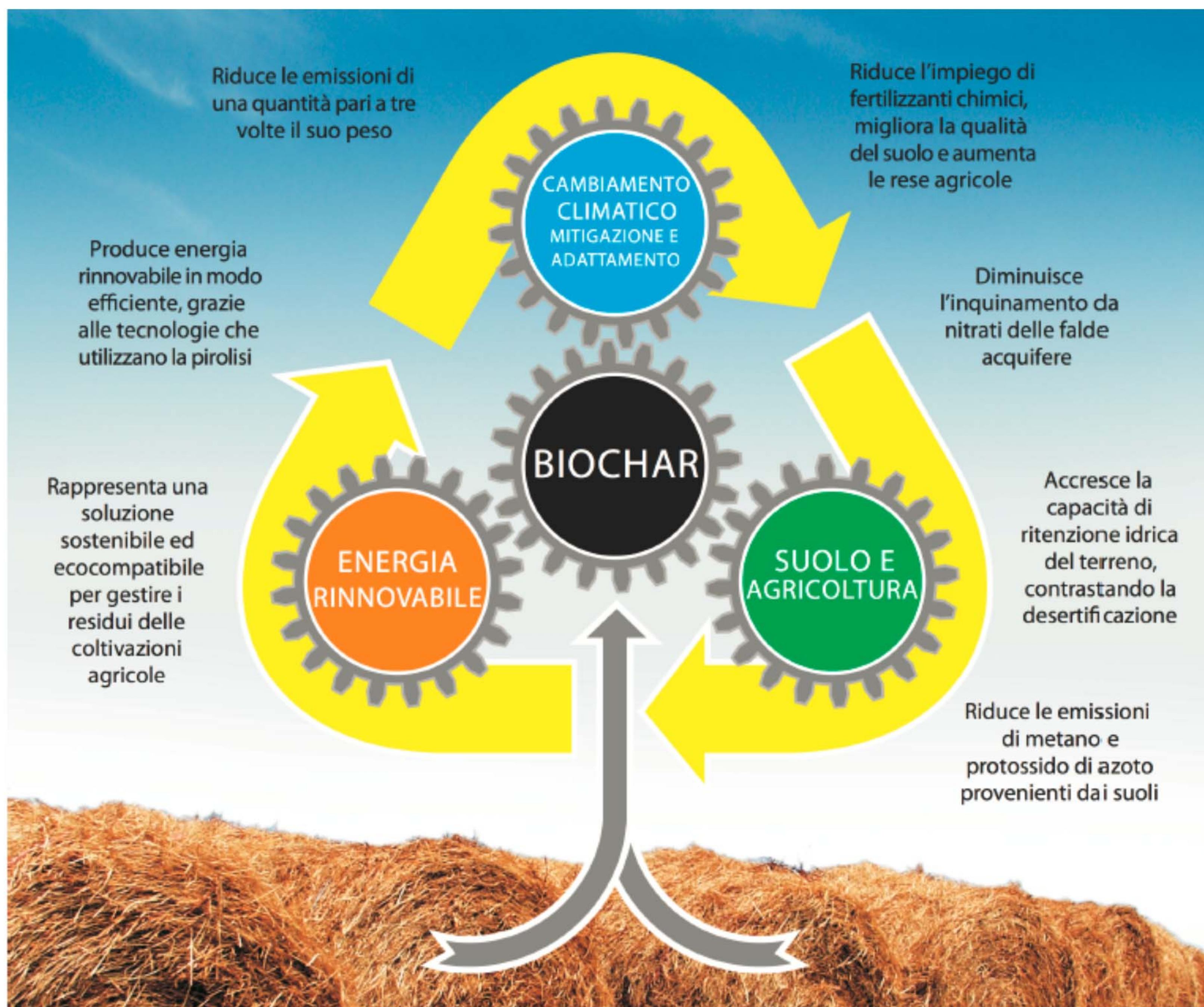
Conclusioni

• Il biochar può rappresentare un'ottima alternativa ad altri ammendanti organici

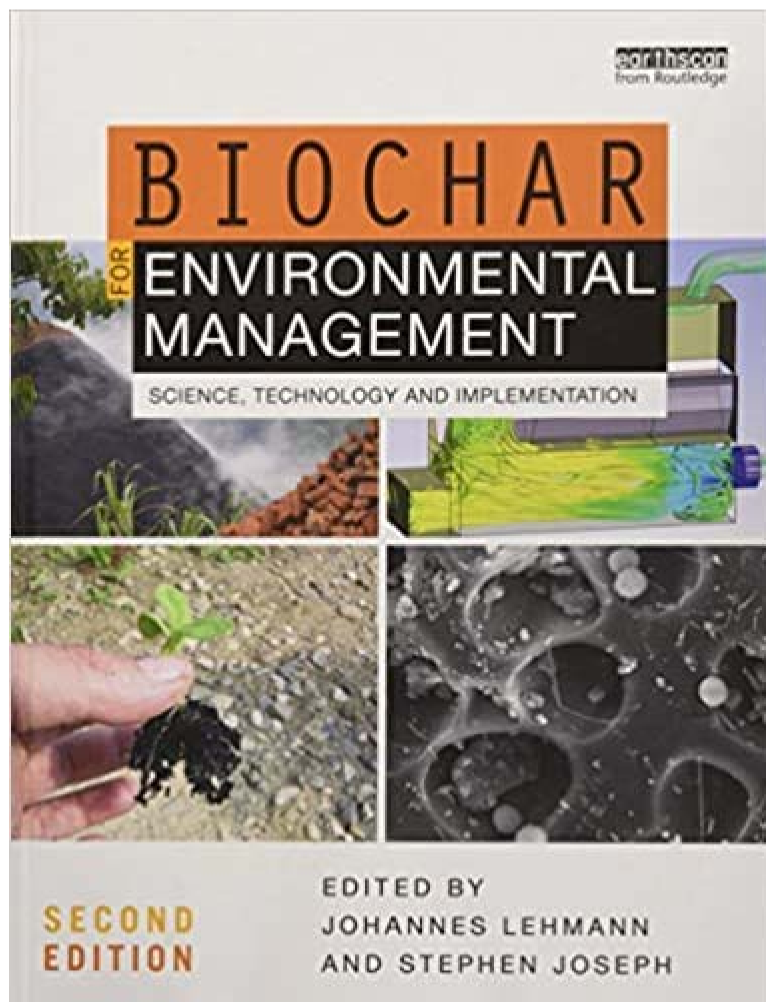
• È verosimile che abbia un effetto duraturo nel tempo vista la forte recalcitranza alla decomposizione, ma le ricerche sull'*invecchiamento* del biochar sono ricerche di frontiera

• Non esiste un biochar ma tanti biochar diversi

• Il mercato potrà sfruttare questa caratteristica per produrre biochar dedicati a problemi agronomici specifici


Riduce le emissioni di una quantità pari a tre volte il suo peso
Riduce l'impiego di fertilizzanti chimici, migliora la qualità del suolo e aumenta le rese agricole
CAMBIAMENTO CLIMATICO MITIGAZIONE E ADATTAMENTO
Produce energia rinnovabile in modo efficiente, grazie alle tecnologie che utilizzano la pirolisi
Diminuisce l'inquinamento da nitrati delle falde acquifere
BIOCHAR
Rappresenta una soluzione sostenibile ed ecocompatibile per gestire i residui delle coltivazioni agricole
ENERGIA RINNOVABILE
SUOLO E AGRICOLTURA
Accresce la capacità di ritenzione idrica del terreno, contrastando la desertificazione
Riduce le emissioni di metano e protossido di azoto provenienti dai suoli

Materiale per Approfondire





www.ichar.org

Contatti: **Silvia Baronti**

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Bio-economia (CNR-IBE)

silvia.baronti@ibe.cnr.it; segreteria@ichar.org